

GESTERN GELERNT - HEUTE GEBRAUCHT

KOMPAKTE AUFFRISCHUNG
DES DRUCKLUFTWISSENS
FÜR PLANER



energie schweiz
Unser Engagement: unsere Zukunft.



DRUCKLUFTANLAGEN PLANEN ...

HABEN SIE SEIT LÄNGEREM KEINE DRUCKLUFTANLAGE GEPLANT UND MÖCHTEN WIEDER EIN PROJEKT REALISIEREN? DAFÜR WÜNSCHEN SIE EINE KOMPAKTE AUFRISCHUNG IHRES WISSENS ÜBER TECHNOLOGIEN, STOLPERSTEINE UND PLANUNGSSCHRITTE? DIESE BROSCHÜRE FASST FÜR SIE DAS WICHTIGSTE ZUSAMMEN UND ZEIGT IHNEN ZENTRALE ÜBERLEGUNGEN IM PLANUNGSPROZESS.

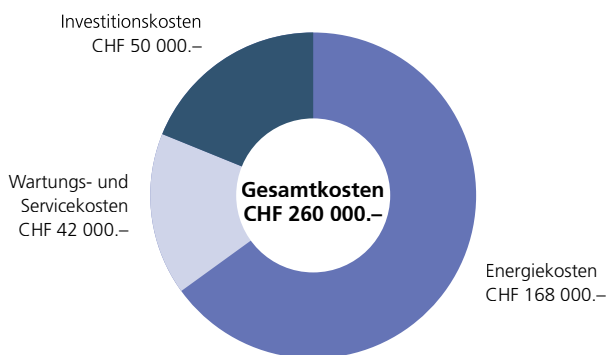
VOM VERBRAUCHER ZUR DRUCKLUFT-ZENTRALE

Die Planung einer Druckluftanlage wird fälschlicherweise oft mit der Planung eines Leitungsnetzes für die Druckluft gleichgesetzt. Doch eine gute Planung umfasst weit mehr. Nebst einer fundierten Analyse des Druckluftbedarfs – Druckniveau, Qualität, Menge und zeitlicher Bedarf – sind die Integration der Druckluftanlage in die gesamte Gebäudetechnik sowie die Konzeption der Druckluftzentrale entscheidende Anforderungen.

Die Druckluftzentrale plant die Bauherrschaft oft in enger Zusammenarbeit mit dem (Kompressor-)Lieferanten. Doch Sie als Planer sind die einzige Fachperson, die den Überblick über das Gesamtsystem hat – von der Druckluftzentrale über das Leitungsnetz bis hin zu den Verbrauchern.

WIRTSCHAFTLICHKEIT

Bei Druckluftanlagen sind die Energiekosten der massgebliche Kostenfaktor über die Lebensdauer betrachtet. Es lohnt sich somit, bei der Planung ein spezielles Augenmerk auf die Energieeffizienz der Anlage zu richten und die Bauherrschaft diesbezüglich zu beraten.



Kosten	einmalig	jährlich	Total	
Investitionskosten	50 000.–		50 000.–	19%
Wartung und Service		3 500.–	42 000.–	16%
Energiekosten		14 000.–	168 000.–	65%
Gesamtkosten			260 000.–	100%

Tabelle: Beispiel der Kosten einer Druckluftanlage eines Lebensmittelbetriebs mit 50 kW installierter Leistung und 4 000 Betriebsstunden pro Jahr. Betrachtungsdauer: 12 Jahre.

FUNDIERTE BEDARFSERMITTLUNG: SCHLÜSSEL ZUR GUT GEPLANTEN ANLAGE

Selten wird eine neue Druckluftanlage auf der «grünen Wiese» geplant. In der Regel gibt es eine bestehende Anlage, die dem Planer wichtige Grundlagen für die Dimensionierung der neuen Anlage liefert. Lassen Sie in solchen Fällen die Anlagedaten durch den Kompressor-Lieferanten während einer Woche aufzeichnen (Kostenpunkt: 1 500 bis 3 000 Franken). Bei kleinen Anlagen können am Kompressor die Betriebsdaten (Laufzeiten, Last- und Leerlaufstunden etc.) direkt ausgelesen werden.

ERGÄNZEND ZUR MESSUNG

Sprechen Sie mit den Mitarbeitenden des Kunden und erkundigen Sie sich nach den wichtigsten Daten.

- Druckluftbedarf und -qualität der grossen Verbraucher
- Maschinen, Werkzeuge, Anwendungen zählen und auflisten
- Für den Druckluftbedarf von Maschinen oder Prozessen wenden Sie sich an den (Maschinen-)Hersteller
- Eine wertvolle Datenquelle sind QS-Systeme (z.B. ISO 14001)

Folgende Angaben werden im Minimum benötigt:

- Druck, Menge, Verbrauchsextreme, Gleichzeitigkeiten
Quellen zu den Planungsgrundlagen siehe Seite 8: [2], [3], [4]
- Druckluftqualität (wichtig sind auch Vorgaben an den Prozess durch mögliche Zertifizierungsstellen wie FDA, BRC, ISO, swissmedic etc.) [10]

BRAUCHT ES ALLE ANWENDUNGEN?

Hinterfragen Sie den Einsatz und die Notwendigkeit bestehender Druckluftanwendungen. Welche Maschinen kommen dazu? Welche fallen weg? Dazu gehört auch das Hinterfragen der Druckanforderung der Maschinen.

KOMPRESSOREN: ÜBERDIMENSIONIERUNG VERMEIDEN

Das «Phänomen der Unsicherheitskette» (Bauherrschaft – Maschinenlieferant – Planer – Lieferant – Unternehmer: Alle rechnen mit einer Zusatzmarge für eine sichere Druckluftversorgung) führt zu überdimensionierten, ineffizienten und teuren Anlagen.

... BEDÜRFNISSE SERIÖS ABKLÄREN

ACHTEN SIE AUF UNTERSCHIEDLICHE DRUCKNIVEAUS VON VERBRAUCHERN

Ein Bar mehr Druck im Leitungssystem erhöht die Energiekosten um 7%. Wenn es im gleichen Druckluftnetz unterschiedliche Verbraucher mit mehr als 2 bar Druckdifferenz gibt, lohnt es sich, dies genau anzuschauen. Infrage kommen:

- Booster-Kompressoren
- Separater Kompressor
- Ventilator (für Anwendungen bis 0.2 bar)
- Gebläse (für Anwendungen bis 1 bar)
- Separates Druckluftnetz aufbauen
- Bei sporadischer Nutzung: Druckverstärker (Druckbooster)

Prüfen Sie bei Anwendungen, die einen geringen Druck benötigen, ob sich ein separates Druckluftnetz bezahlt macht (z.B. ein eigenes 4-bar-Netz für Pneumatikanwendungen oder ein 7-bar-Netz für die Wertstatt).

UNTERSCHIEDLICHE DRUCKLUFTQUALITÄTEN

Gleich wie beim Druckniveau sind auch die Anforderungen der Verbraucher an die Druckluftqualität genau zu analysieren. Aus wirtschaftlicher Sicht soll die Luft nur so «sauber» und «trocken» sein, wie das für die Anwendung notwendig ist.

Gibt es einen oder einige wenige Druckluftverbraucher, welche höhere Anforderungen an die Qualität haben (z.B. Labor in einem Food- oder Pharmabetrieb), dann sollte die Luft für diese Anwendungen allenfalls dezentral aufbereitet werden. [10]

LEITUNGEN

Die Leitungen für das Druckluftnetz werden heute ausnahmslos mit spaltfreier Verbindungstechnik (geschweisst, gepresst, gelötet, mit radialen O-Ring-Abdichtungen) ausgeführt. [1]

MONITORING

Ohne systematisches Erfassen der Verbrauchsdaten des ganzen Druckluftsystems hat der Betreiber keine Möglichkeit, die Betriebsweise und den Energieverbrauch zu optimieren. Aus modernen Kompressorsteuerungen können Daten wie Last- und Leerlaufstunden ausgelesen werden. Daneben empfiehlt sich ein separater Stromzähler für die Druckluftanlage.

Sehen Sie zudem an folgenden Stellen Stutzen vor, mit denen Sie später den Druck, die Druckluftqualität und die Druckluftmenge messen können:

- nach den Kompressoren und der Aufbereitung
- vor den grössten und empfindlichsten Verbrauchern

SICHERHEITSVORSCHRIFTEN

Der «Inverkehrbringer» der Druckluftanlage ist verantwortlich dafür, dass die Anlage alle Sicherheitsvorschriften gemäss Druckgeräteverordnung (DGV) erfüllt. Druckluftanlagen bestehen aus mehreren Druckgeräten und sind deshalb Baugruppen im Sinne der DGV. [12]

Als «Inverkehrbringer» einer Baugruppe gilt derjenige, der die Einzelteile ausgewählt und den Zusammenbau festgelegt hat. Das kann der Hersteller, die Planerin, der Installateur oder die Bauherrschaft sein.

In der Praxis tritt die Planerin das Erbringen des Nachweises oft an den Kompressorlieferanten ab, da dieser das notwendige Fachwissen und die Erfahrungen mitbringt. [11]

Beachten Sie besonders folgende drei Punkte:

- Klären Sie bereits in der Planungsphase, wer für den Nachweis verantwortlich ist.
- Wenn nachträglich die Dokumente für den Sicherheitsnachweis zusammengetragen werden müssen, ist das für alle Beteiligten aufwendig und verursacht unnötige Mehrkosten.
- Nehmen Sie nie eine Druckluftanlage in Betrieb, wenn der Sicherheitsnachweis nicht vorliegt.

Richtgrösse für die Kosten des Sicherheitsnachweises:

Bei einer mittelgrossen Anlage ist mit einem Aufwand zwischen 3 000 und 4 000 Franken zu rechnen.

DIE WICHTIGSTEN ELEMENTE

Schall – Lärm – Vibrationen

Kompressoren können Schall-
druckpegel von über 85 dB
verursachen. Achten Sie auf
schallgedämmte Kompressoren
oder darauf, dass der Kompres-
sorraum nicht in der Nähe von
Arbeitsplätzen liegt.

Kompressoren

Die Kompressoren brauchen
genügend Raum, damit sie einfach
gewartet werden können. Eine
gute Zugänglichkeit zahlt sich
über die Jahre aus.

Umluft

Die Umluft verhindert bei kalten
Aussentemperaturen das Einfrieren
der Anlage. Mittels Klappen wird
ein Teil der warmen Abluft in den
Raum geblasen.

Steuerung

Moderne, selbstregelnde Steuerun-
gen lernen aus dem Betrieb und
ermöglichen so ein optimales
Zusammenspiel der Kompressoren.
Mit einem Frequenzumformer (FU)
passt sich der Kompressor an Be-
darfsschwankungen an. FU haben
einen Eigenverbrauch von ca. 5%
der Kompressorleistung und sollten
bei konstanten Verbrauchern nicht
eingesetzt werden.

Zuluft

Die Ansaugluft sollte kühl und
sauber (staubfrei, schadstofffrei,
ohne chemische Belastungen etc.)
sein. Möglichst nicht auf der
Südseite des Gebäudes die Luft
ansaugen und immer ein Wetter-
schutzgitter vorsehen. [8]

Zugänglichkeit sicherstellen

Früher oder später steht ein Ersatz
an und die neuen Kompressoren
müssen in den Kompressorraum
eingebracht werden. Oder ein
zusätzlicher Druckluftspeicher
muss nachgerüstet werden
können. [9]

Abluft

Bei luftgekühlten Kompressoren
muss die anfallende Abwärme
(100% der Kompressorenleistung)
über ein Lüftungssystem abgeführt
werden. Im Winter kann die Abluft
zum Heizen eines Gebäudes (z.B.
Halle) genutzt werden. [13]

Druckluftspeicher

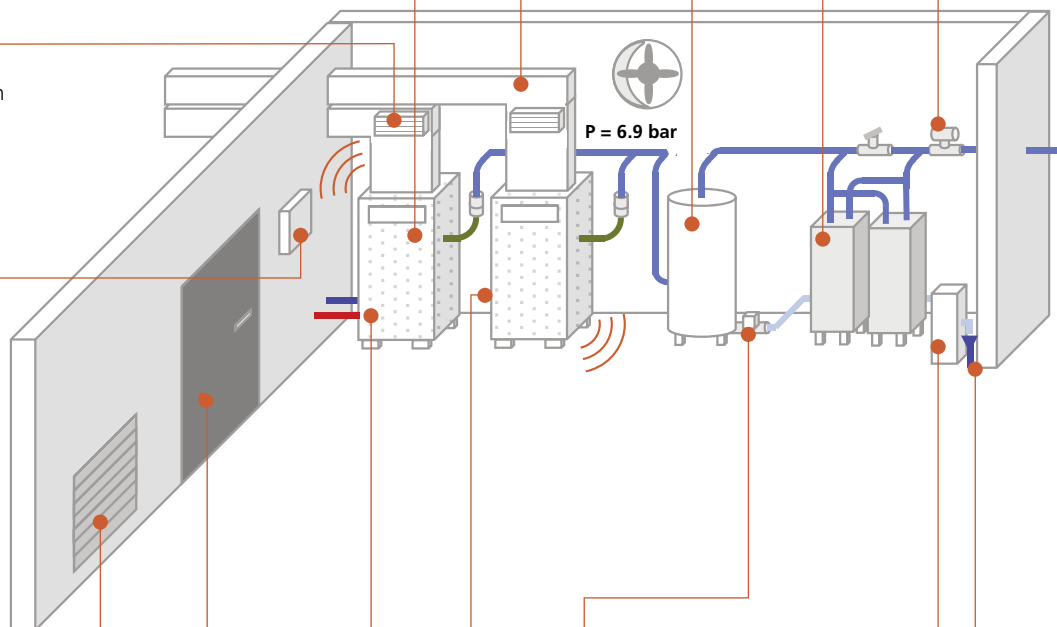
Ein Muss für jede Anlage. Der
Speicher macht die Anlage gut-
mütig, braucht aber viel Platz.
Dies kann allenfalls seine Grösse
einschränken. Prüfen Sie auch
dezentrale Speicher. [6]

Druckluft-Aufbereitung

Mit dem Trockner und den Filtern
wird die notwendige Druckluft-
qualität sichergestellt. Bezüglich
Versorgungssicherheit (Redundanz)
gelten dieselben Vorgaben wie für
die Kompressoren. [10]

Druckhaltesystem (Ventil)

Ermöglichen das (automatische)
Abkoppeln des ganzen Druckluft-
netzes in den betriebsfreien Zeiten.
So können Leckageverluste mini-
miert und Kosten gespart werden.



Kondensatableiter

Niveaugesteuerte Kondensat-
ableiter leiten nur dann Kondensat
ab, wenn solches effektiv anfällt,
und sparen so Energie und Geld.

Elektro-Anschluss

Nebst der Zuleitung und dem
notwendigen Potenzialausgleich
und dem Anlageschalter soll
unbedingt ein Energiezähler ein-
gebaut werden. Achten Sie
auch auf das Anlaufverhalten
(Lastspitzen brechen).

Kondensataufbereitung

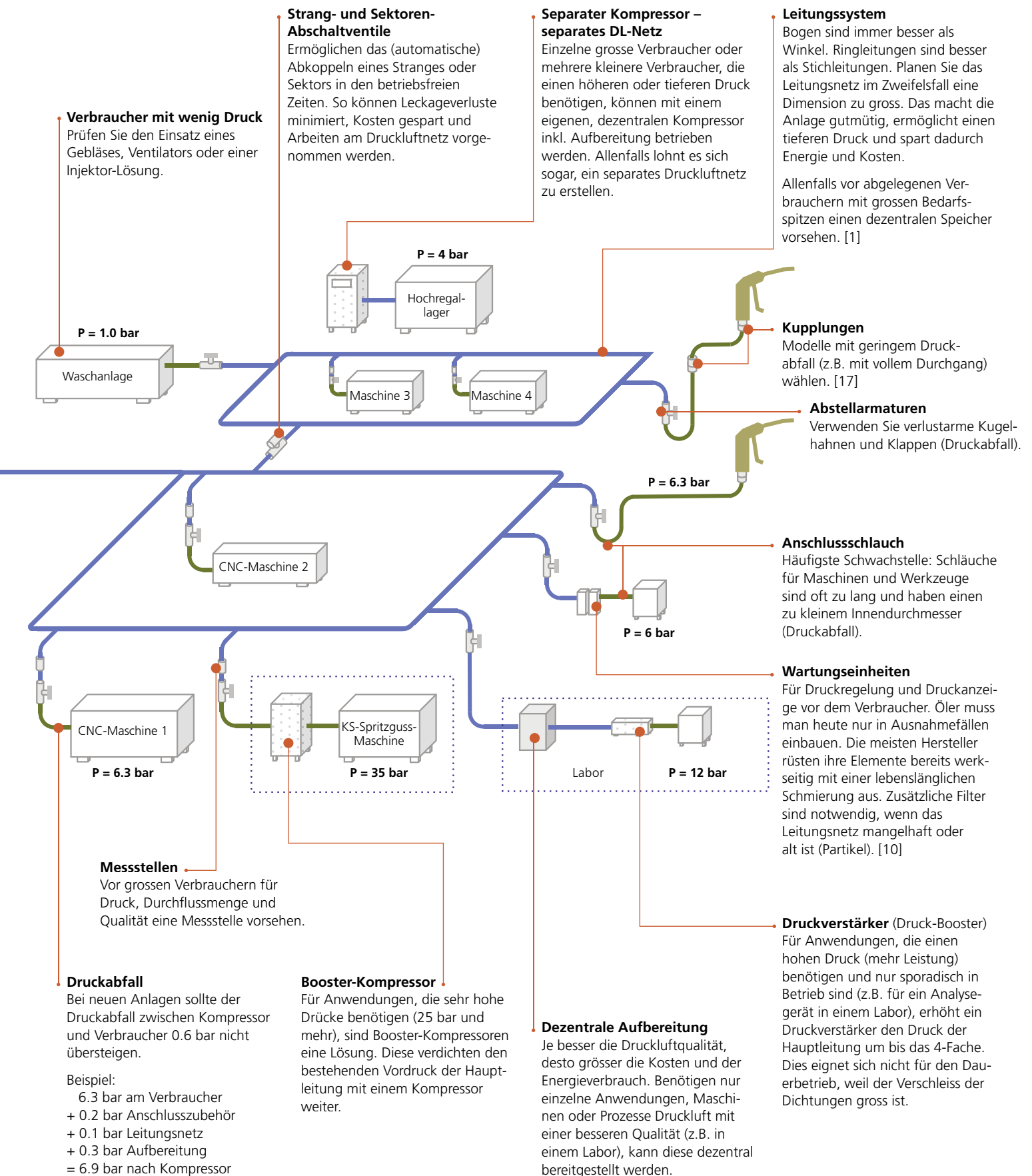
Das anfallende Kondenswasser
enthält Spuren von Öl und muss
daher vor dem Einleiten in die
Kanalisation aufbereitet werden
(Ölabscheider). [16]

Wärmerückgewinnung

Mit einer Wärmerückgewinnung
kann bei wassergekühlten
(ca. 94%) wie auch bei luft-
gekühlten Kompressoren (bis 70%)
die Abwärme in ein Wärmenetz
(Heizung, Prozess, Warmwasser)
abgegeben werden. [14], [15]

Kanalisation

In der Zentrale ist ein Grund-
leitungsanschluss vorzusehen.
Achtung: kein Bodenablauf wegen
des Öls der Kompressoren – allen-
falls eine Wanne vorsehen.



DRUCKLUFTZENTRALE

KONZEPTION DER DRUCKLUFTZENTRALE

Die wenigsten Planer werden die Druckluftzentrale selber konzipieren. Erfahrene Planer geben dem Lieferanten ein Prinzipschema, Druck, Qualität und Menge und wenn möglich ein Lastdiagramm vor. Sie verlangen eine energieeffiziente Druckluftanlage und Angaben darüber, welche Abwärmemengen in welcher Form anfallen (WRG-Potenzial). [18]

STANDORT DRUCKLUFTZENTRALE

Der Standort der Druckluftzentrale wird ganz am Anfang der Planungsphase festgelegt – oft durch den Architekten bereits in der Vorstudie. Wenn der Planer «erst» im Vorprojekt beigezogen wird, ist es in der Regel schwer, den Standort zu ändern.

Kriterien für den Standort der Druckluftzentrale sind:

- Nahe bei den Hauptverbrauchern
- Einfache Abwärmenutzung möglich
- Einfaches Abführen der Wärme
- Lärmemissionen sollen nicht stören
- Kurze Frischluftleitung (Standort an Aussenwand)

Zugänglichkeit

- Kompressoren und Speicher müssen (auch später) eingebracht werden können
- Ideale Lage im Erdgeschoss (mit Hubstapler zugänglich)
- Doppeltüre mit 2 Türen à je 1 Meter Breite

RAUMGRÖSSE

Die Grösse des Kompressorraums (inkl. Reserven, Redundanzen) kann in einer ersten Schätzung mit 0.5 m² pro Kilowatt installierter Kompressorleistung (P) angenommen werden. [9]

Faustformel Fläche Kompressorraum

(für eine erste Schätzung für Anlagen bis 100 kW)

Fläche (Raum) = P (Kompressoren) × 0,5 m²/kW

Damit später ein Ausbau möglich ist, empfiehlt sich, Reserveplatz für zusätzliche Kompressoren und Aufbereitungsanlagen bereits bei der Planung vorzusehen. [9]

PROJEKTÄNDERUNGEN WÄHREND DES PLANUNGSPROZESSES

Oft ändern sich während des Projekts die ursprünglich mit der Bauherrschaft festgelegten Anforderungen an die Druckluft.

Es kommen neue Anwendungen oder Maschinen dazu oder die Anforderungen an die Druckluftqualität wechseln. Da Druckluftanwendungen zu den Betriebseinrichtungen zählen, werden diese in der Regel ausserhalb des Bauprojektes beschafft. Darum bleiben solche Änderungen an den Bausitzungen gerne unerwähnt – und am Schluss ist die Druckluftanlage falsch ausgelegt.

Thematisieren Sie die Anforderungen an die Druckluft in jeder Planungsphase und an jeder Bausitzung. Klären Sie mit der Bauherrschaft (und speziell mit den Verantwortlichen für den Betrieb) aufs Neue, ob es Veränderungen gegeben hat bei den (Produktions-)Maschinen und anderen Anwendungen, die Druckluft benötigen.

DRUCKLUFTSPEICHER

Druckluftspeicher machen Anlagen «gutmütig». Auch wenn heute mit modernen FU-Reglern der Bedarf recht gut nachgefahren werden kann, lohnt es sich, Druckluftspeicher einzuplanen. [6]

UMGANG MIT DEM ANFALLENDEN KONDENSAT

Heute sollten nur noch bedarfsgesteuerte Kondensatableiter eingesetzt werden. Diese sparen Energie und Kosten. Wenn das Gebäude über eine Spaltanlage verfügt, kann diese das Kondensat aufbereiten. Ansonsten muss es mit einer eigenen Emulsionspaltanlage auf Adsorptionsbasis oder mit einer Ultrafiltration gereinigt werden, bevor es in die Kanalisation eingeleitet wird. [16]

EINBINDUNG IN DIE GEBÄUDETECHNIK

ZULUFT: VENTILATOREN UND QUERSCHNITT

Luftgekühlte Kompressoren benötigen je nach Art der Luftführung unterschiedlich viel Zuluft:

Zuluft	m ³ Luft pro Stunde	ca. Kanalquerschnitt
geführt	7 500 m ³	0.5 m ² (1 × 0.5 m)
ungeführt	17 000 m ³	1.1 m ² (1 × 1.1 m)

Beispiel: Zuluft für Kompressor mit 50 kW Leistung

Die Kompressoren haben in der Regel eingebaute Kühlluftventilatoren. Diese bringen rund 50 bis 60 Pa und können die Luft maximal über einen ca. 5 Meter langen, geraden Kanal ansaugen. Längere Zuluftkanäle sind darum mit entsprechenden Zusatzventilatoren auszurüsten. Die genauen Angaben sind beim Kompressor-Lieferanten einzuholen. [8], [13]

ABLUFTKANÄLE BRAUCHEN PLATZ

Bei luftgekühlten Systemen muss die Abwärme über ein Abluftsystem abgeführt werden. Um störenden Lärm zu vermeiden und gleichzeitig den Platzbedarf der Luftkanäle zu minimieren, sind Luftgeschwindigkeiten von 3 bis maximal 5 m/s üblich. Bei einer luftgekühlten 50-kW-Anlage beträgt der notwendige Kanalquerschnitt somit etwa 100 × 50 cm. [13]

UMLUFT NUTZEN

Je nach Situation besteht im Winter das Risiko, dass durch die kalte Zuluft die Temperatur in der Druckluftzentrale so stark abkühlt, dass die Leitungen einfrieren. Um dies zu verhindern, kann bei luftgekühlten Anlagen ein Teil der warmen Abluft als Umluft in den Kompressorraum umgeleitet werden, sobald die Temperatur im Raum zu tief ist (siehe Skizze luftgekühlte Systeme).

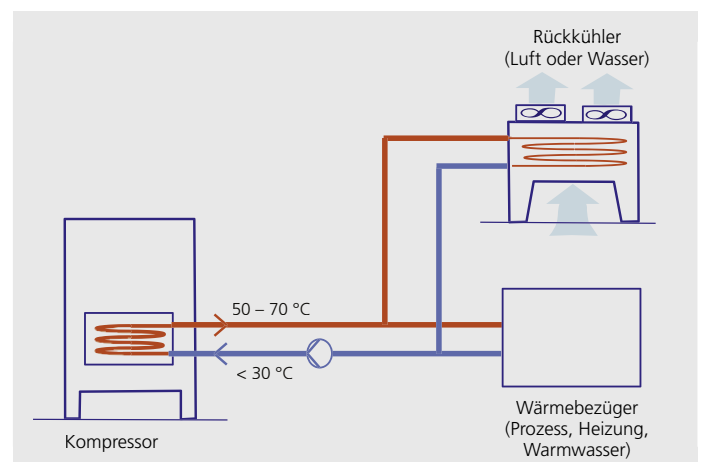
WOHIN MIT DER ABWÄRME?

Mehr als 85 Prozent der dem Kompressor zugeführten elektrischen Energie wird in Wärme umgesetzt. Diese Abwärme muss aus dem Kompressor-Raum abgeführt werden. Heute sind Wärmerückgewinnungen (WRG) für Druckluftanlagen ab 5 kW erhältlich. Es empfiehlt sich, immer die Wirtschaftlichkeit einer WRG vorgehend zu prüfen. Ein wichtiger Faktor dabei sind die Betriebszeiten des Kompressors. In den meisten Kantonen verlangt das Energiegesetz, dass Abwärme genutzt werden muss, wenn es wirtschaftlich ist. [14], [15]

Wenn eine Abwärmenutzung mit einer Wärmerückgewinnung (Wärmetauscher) nicht wirtschaftlich ist, so kann im Winter die warme Abluft für die Beheizung einer Werkhalle, einer Fertigungsstätte, eines Treppenhauses oder eines Lagerraums genutzt werden.

WASSERGEKÜHLTES SYSTEM

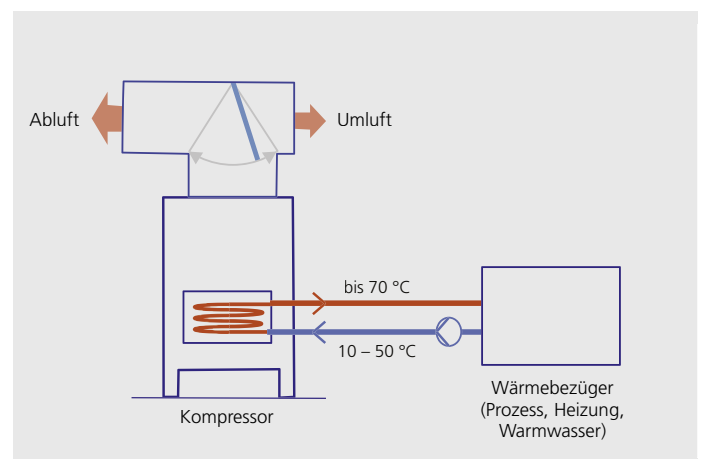
Bei Kompressoren können wirtschaftlich rund 70% der Abwärme mit einem Wärmetauscher zurückgewonnen werden (technisch wären etwa 94% möglich). 70% dieser Abwärme stehen mit einer Temperatur von 50 °C bis 70 °C zur Verfügung. Die restlichen 30% der Abwärme sind zwischen 30 °C und 45 °C warm. Die Abwärme kann zum Heizen, für das Warmwasser oder in Prozessen genutzt werden. Es muss jedoch mit einem Rückkühlsystem sichergestellt werden, dass die Abwärme auch dann abgeführt wird, wenn kein Wärmebedarf besteht.



Beachten Sie: Einige Lieferanten setzen eher klein dimensionierte Wärmetauscher mit einem hohen Druckverlust ein. Diese verursachen erhebliche Stromkosten, da eine grosse Umwälzpumpe eingesetzt werden muss.

LUFTGEKÜHLTES SYSTEM

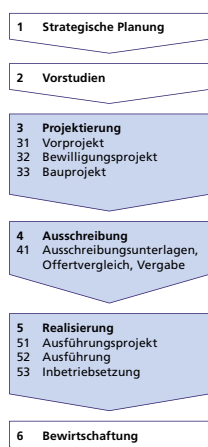
Mit einem Wärmetauscher im Ölkreislauf können auch bei luftgekühlten Systemen rund 70% der anfallenden Wärme (Temperatur bis 70 °C) zurückgewonnen werden.



WEITERE INFORMATIONEN

PLANUNGSTHEMEN

1	Druckverlusttabelle Leitungsnetz	• Sanitärberechnungen «kurz und bündig», Suissetec 2015
2	Luftverbrauch verschiedener DL-Werkzeuge	• SI-Handbuch, Kapitel 7 Druckluft, VSSH 2015
3	Gleichzeitigkeitsfaktor Druckluftanwendungen	
4	Einschaltdauerfaktoren von Druckluftgeräten	
5	Rohrweitenbestimmung	
6	Berechnung Speichervolumen	
7	Luftkühlung	
8	Dimension Zuluftkanal	• Unterlagen der Kompressor-Lieferanten
9	Einbringmasse	
10	Druckluftqualität	• SI-Handbuch, Kapitel 7 Druckluft, VSSH 2015 • ISO-Norm 8573-1: 2010 • Swissmedic, Luft zur medizinischen Anwendung
11	Druckgeräteverordnung	• www.svti.ch/de/marktueberwachung-druckgeraete
12	Liste der unabhängigen Zertifizierungsstellen	
13	Dimensionierung Kanalquerschnitt	• Kantonale Energiegesetze (SIA 382/1)
14	Wärmerückgewinnung	• Unterlagen der Kompressor-Lieferanten • Kantonale Energiegesetze
15	Druckabfall Wärmetauscher WRG	• Unterlagen der Kompressor-Lieferanten
16	Einleitung Kondensat in die Kanalisation	• Anlagen für die Liegenschaftenentwässerung: Planung und Ausführung, VSA 2012, (SN 592000)
17	Sicherheit Blaspistolen und Kupplungen	• Merkblatt Druckluft: die unsichtbare Gefahr, SUVA 2014
18	Effiziente Druckluftanlage	• Bestell-Check: Wirtschaftliche Druckluftanlage, EnergieSchweiz 2006



DRUCKLUFT-PLANUNG GEMÄSS DEN SIA-PHASEN

Der Druckluftanlagen-Planer-Check unterstützt den Planer auf dem Weg zu einer fehlerfreien Planung und Realisierung der Druckluftanlage.

Der Check ist nach dem SIA-Planungsprozess gegliedert und stellt so sicher, dass Sie die wichtigen Fragen im Planungsteam zum richtigen Zeitpunkt ansprechen und so nichts vergessen.



INVESTIEREN SIE VORAUS-SCHAUEND IN DIE DRUCKLUFT

Planer-Check für den Neubau
EnergieSchweiz, 2015
www.druckluft.ch

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 058 462 56 11, Fax 058 463 25 00

energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch
Vertrieb: www.bundespublikationen.admin.ch
Artikelnummer: 805.334.D